Die Bedeutung des Ganglions bei Ciona intestinalis.

Von

R. Magnus

in Heidelberg.

Mit einer Figur im Text.

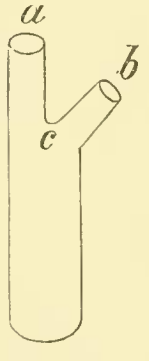
Unter den Tunicaten ist speciell *Ciona intestinalis* ein besonders günstiges Object für das Studium einfacher Reflexvorgänge, da ihr ganzes Centralnervensystem auf ein Ganglion reducirt ist, von dem aus die Muskulatur in der Körperwand des Thieres innervirt wird. In der That besitzt nun *Ciona* einen einzigen, sehr charakteristischen Reflex: berührt man den vorderen Theil ihres Körpers, besonders einen der beiden Siphonen, so erfolgt sofort Schluss der beiden Siphoöffnungen und Retraction des ganzen Thieres.

Von Loeb[1] stammt die merkwürdige Angabe, dass dieser »Reflex« erhalten bleibe, wenn man dem Thiere das Ganglion exstirpirt. Die Reizschwelle sei dann allerdings erhöht, aber auf einen fallenden Wassertropfen hin, auf Berührung oder Schnitt an einem Sipho erfolge noch Contraction des ganzen Thieres. Loeb zieht hieraus nachstehende Folgerung: »Ich stelle mir vor, dass durch den Einschnitt oder die Berührung die der Schnittstelle zunächst gelegenen motorischen Nerven oder Muskeln mechanisch gereizt werden, sich contrahiren, und dass die mit der Contraction dieser Elemente verknüpfte Erschütterung oder Zerrung die benachbarten Nervenstämme oder die benachbarten Muskeln reizt und letztere zur Contraction bringt. So kann eine Reizleitung ohne Centralnervensystem zu Stande kommen, deren Effect der gleiche ist, wie wenn das Centralnervensystem erhalten wäre.« Während sich über diese Deutung der Beobachtung wohl discutiren ließe, hat Loeb in jüngster Zeit seinen Standpunkt und damit die Folgerungen aus seinem Versuche wesentlich geändert. Sein Kampf gegen Alles, was

[1] J. Loeb, Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Thiere. 2. Theil. Würzburg 1891 pag. 38.

Centrum heißt, führt ihn neuerdings[1] dazu, anzunehmen, dass »in der normalen Ascidie die Erregung durch die Nerven und das Ganglion fortgeleitet wird, wozu eine geringere Energie des auslösenden Reizes nöthig ist, während bei der operirten Ascidie die Muskeln direct erregt werden und vielleicht die Fortleitung der Erregung von Muskelzelle zu Muskelzelle stattfindet, wie im Herzen. . . . Das Wesentliche aber, das der Versuch lehrt, ist der Umstand, dass der ‚Reflex' der Ascidie nicht durch geheimnisvolle Mechanismen im Ganglion bestimmt ist, sondern lediglich durch die Anordnung der peripheren Muskeln des Thieres[2].« So wäre das Centrum entthront und für die Lehre von der Reizleitung von Muskelfaser zu Muskelfaser eine neue »Stütze« gefunden.

Wenn nun auch, wie vorstehende Gegenüberstellung zeigt, die zuletzt citirten Schlussfolgerungen nicht die einzig möglichen sind, so erschien doch bei der Wichtigkeit der in jüngster Zeit so viel behandelten Frage nach den Eigenschaften der Muskelfaser eine Prüfung der Loeb'schen Angaben nothwendig. Im Folgenden soll über deren Resultat berichtet werden, das sich mit wenig Worten dahin präcisiren lässt, dass Exstirpation des Ganglions den »Reflex« der Ascidie aufhebt und nur noch locale Reaction übrig lässt.



Das Ganglion liegt bei *c* (s. nebenstehende schematische Figur) in dem Winkel zwischen Mundsipho *a* und Aftersipho *b*. Von hier aus gehen Nerven vorn an die Siphonen, weitere an die Basis der Siphonen und endlich andere nach hinten an die Muskulatur der Körperwand[3]. Es gelingt nun leicht, mit einigen Scherenschlägen die weiße Ganglienmasse zu entfernen. Nach zwei Tagen haben sich die Thiere erholt, und man kann reizen. Berührt man mit einer Sonde oder einem feinen Glasstab den Sipho *a*, so contrahirt sich nur dieser, während *b* offen bleibt. Berührt man *b*, so erfolgt hier Schluss, und *a* bleibt unverändert. Bei einer Reihe von Thieren bleibt die Contraction auf den Sipho beschränkt, bei anderen beobachtete ich, dass die Contraction auch auf die Muskulatur des Stammes übergriff. Aber auch hier erfolgte sie halbseitig, so dass das Thier sich post-

[1] J. Loeb, Einleitung in die vergleichende Gehirnphysiologie und vergleichende Psychologie. Leipzig 1899 pag. 24.

[2] Die gesperrten Stellen sind bei Loeb nicht gesperrt gedruckt.

[3] Für die Anatomie vgl. Vogt & Yung, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 2. Bd. Braunschweig 1889—1894 pag. 297.

hornförmig nach der Seite des gereizten Sipho krümmte. Da ein und dasselbe Thier stets in der gleichen Weise antwortete, also nicht bald nur local, bald halbseitig reagirte, so muss dieses von der Art der Operation, von mehr oder weniger vollständiger Exstirpation des Ganglions oder Durchschneidung von Nerven abhängen.

Dieselben Bewegungserscheinungen beobachtet man bei Anwendung chemischer Reizung. Hält man einen Kochsalzkrystall in das Wasser über die Mündung eines Sipho, so contrahirt sich nur dieser.

Da es bei Anwendung ganz minimaler Reize gelingt, auch bei unverletzten normalen Thieren die Reaction auf den gereizten Sipho zu beschränken, so sei hier bemerkt, dass in den geschilderten Versuchen die Reizung so ausgeführt wurde, dass die gereizten Theile sich stark bezw. maximal contrahirten, dass also das Nichteintreten der Reaction auf der anderen Seite nicht auf zu geringe Reizstärke bezogen werden darf.

Der Grund, wesshalb diese Versuche nicht ganz leicht anzustellen sind, und wesshalb auch wahrscheinlich Loeb seine abweichenden Ergebnisse erhalten hat, ist der, dass die Thiere ganz außerordentlich empfindlich gegen jede Erschütterung sind. Es genügt, wie auch schon Loeb erwähnt, ganz leicht mit der Hand gegen das Aquarium zu schlagen, um sofort Contraction der operirten und der nicht operirten Cionen auszulösen. Man muss desshalb sämmtliche Reizversuche so anstellen, dass dabei das Thier nicht erschüttert wird, und dass die nicht zu reizenden Theile keinen mechanischen Erregungen ausgesetzt sind; auch darf, wenn die Contraction des gereizten Sipho auftritt, nicht dadurch der andere Sipho passiv am Boden des Aquariums geschleift werden etc. Loeb hat seine Reizversuche so angestellt, dass er Wassertropfen aus einer Pipette herabfallen ließ. Bei operirten Thieren musste er die Fallhöhe auf 2—8 cm steigern, um den »Reflex« zu bekommen. Es ist nun, wie ich mich überzeugt habe, ganz unmöglich, bei dieser Versuchsanordnung zu vermeiden, dass die fallenden Tropfen durch die Erschütterung, die sie dem Aquariumwasser mittheilen, die anderen Partien, speciell den nicht gereizten Sipho, mit erregen. Jeder fallende Tropfen bildet im Wasser Wellen und Wirbel, welche für beide Siphonen als Reiz dienen. Es ist dieses für so erschütterungsempfindliche Gebilde die ungeeignetste Art, localisirt zu reizen. Dagegen gelingt es sehr wohl, mit Hilfe eines fein ausgezogenen Augentropfers, d. h. einer Pipette, welche oben mit einer Gummikappe geschlossen ist, localisirt zu reizen, wenn man sie mit Seewasser

füllt und unter Wasser den Strahl gerade gegen einen Sipho richtet. Für diese Reizart sind die Thiere ganz außerordentlich empfindlich, und es gelingt auch leicht, das Nichteintreten des »Reflexes« bei maximaler Contraction an der Reizstelle zu constatiren. — Weiter hat Loeb, um die Thiere zu reizen, Einschnitte in ihre Röhre gemacht. Ich habe dieses Verfahren nicht angewendet, weil es mir unmöglich schien, dabei mit Sicherheit Erschütterung des Thieres zu vermeiden. Dagegen habe ich bei wirklich vorsichtiger Berührung mit einer Nadel stets nur locale Contraction und nicht den »Reflex« erhalten.

Aus dem Angeführten ergiebt sich, dass eine Reizübertragung von einer Körperseite auf die andere, von einem Sipho auf den anderen nach Entfernung des Ganglions nicht mehr eintritt, und dass, wenn der Reflex scheinbar zu Stande kommt, daran stets directe mechanische Reizung der sich contrahirenden Seite Schuld ist.

Mit der Exstirpation des Ganglions ist eine dauernde Schädigung des Thieres nicht verbunden. Bekanntlich regenerirt sich das Ganglion nach einiger Zeit (Loeb). Man kann dann das merkwürdige Schauspiel erleben, dass eine *Ciona*, die zwei oder drei Wochen lang nach der Exstirpation nur die locale Reaction gezeigt hatte, nun plötzlich wieder den ursprünglichen Reflex besitzt; dann hat sich auch das Ganglion wieder gebildet (Schultze).

Damit dürfte auch für diesen Fall das Ganglion als das Centrum für den Reflex in seiner Wirksamkeit sicher gestellt sein, und es bleibt kein Raum für die Annahme einer Erregungsleitung von Muskelfaser zu Muskelfaser, für welche man uns bislang immer noch den Beweis schuldig geblieben ist.

Wie sich ein Thier verhält, bei dem das Nervensystem ausgeschaltet und nur die Muskulatur erregbar geblieben ist, kann man an mit Cocaïn vergifteten Cionen studiren. Setzt man ein intactes, nicht operirtes Thier in cocaïnhaltiges Seewasser, so erlischt nach einiger Zeit der Reflex sowohl als auch die Reaction auf Berührung. Schneidet man nun den Körper der Länge nach auf, so kann man die zu Tage liegende Muskulatur bequem elektrisch reizen, aber die Contractionen bleiben local und auf die Reizstelle beschränkt, auf Erregung der Körpermuskulatur bleibt der Sipho ruhig, und umgekehrt: eine Erregungsleitung findet nicht statt.

Die Anregung zu dieser Untersuchung verdanke ich Herrn v. Uexküll. Ihm, wie Herrn Dr. Lo Bianco, der mich stets in liebenswürdiger Weise mit dem nöthigen Thiermaterial versah, sei auch an dieser Stelle der beste Dank ausgesprochen.